



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL  
CAMPUS DE LARANJEIRAS DO SUL  
CURSO DE AGRONOMIA**

**RODRIGO ZAPAHOWSKI**

**TRATAMENTOS PARA A QUEBRA DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE *Lolium  
multiflorum* Lam. ARMAZENADAS E RECÉM COLHIDAS**

**LARANJEIRAS DO SUL**

**2014**

**RODRIGO ZAPAHOWSKI**

**TRATAMENTOS PARA A QUEBRA DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE *Lolium  
multiflorum* Lam. ARMAZENADAS E RECÉM COLHIDAS**

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentado como requisito para obtenção de grau de  
Bacharel em Agronomia da Universidade Federal da  
Fronteira Sul.

Orientador: Prof. Dr. Lisandro Tomas da Silva Bonome.

**LARANJEIRAS DO SUL**

**2014**

**DGI/DGCI - Divisão de Gestão de Conhecimento e Inovação**

Zapahowski, Rodrigo

TRATAMENTOS PARA A QUEBRA DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE  
*Lolium multiflorum* Lam. ARMAZENADAS E RECÉM COLHIDAS/  
Rodrigo Zapahowski. -- 2014.  
43 f.:il.

Orientador: Lisandro Tomas da Silva Bonome.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
Agronomia, Laranjeiras do Sul, PR, 2014.

1. Utilização de tratamentos para a quebra da  
dormência em sementes de *Lolium multiflorum* Lam. recém  
colhidas e armazenadas por um período de um ano.. I.  
Bonome, Lisandro Tomas da Silva, orient. II.  
Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

**RODRIGO ZAPAHOWSKI**

**TRATAMENTOS PARA A QUEBRA DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE  
*Lolium multiflorum* Lam. ARMAZENADAS E RECÉM COLHIDAS**

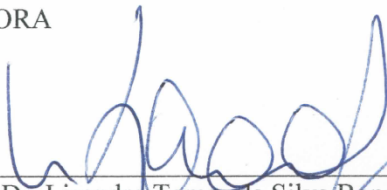
Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Prof. Dr. Lisandro Tomas da Silva Bonome.

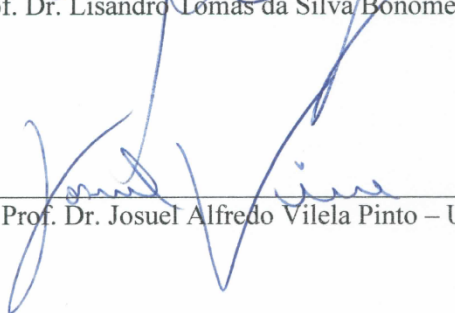
Este Trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado em banca em:

10/12/2014

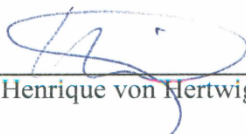
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Lisandro Tomas da Silva Bonome – UFFS



Prof. Dr. Josuel Alfredo Vilela Pinto – UFFS



Prof. Me. Henrique von Hertwig Bittencourt – UFFS

A toda minha família e amigos.

Dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

A minha família que sempre de alguma forma buscou me incentivar e continuar nos estudos e que sempre me ajudou na realização do projeto. Agradeço a Universidade Federal da Fronteira Sul pela oportunidade da realização do presente trabalho. Ao Prof. Dr. Lisandro Tomas da Silva Bonome, pela orientação e compreensão durante a realização do trabalho. Aos amigos pela ajuda na montagem dos experimentos, pelo companheirismo e pelos incentivos, pelos momentos divididos durante toda a luta cotidiana do curso não somente nas partes boas mas sim em todos os momentos. Aos demais professores do curso pelo conhecimento transmitido, sem o qual não seria possível a realização do trabalho. E por fim agradeço a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para todo o desenvolvimento do trabalho.

## RESUMO

O azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) é uma poácea anual de grande importância principalmente para a região Sul do Brasil, podendo ser usado para a produção de forragem e cobertura verde em sistemas de plantio direto, porém quando amadurece suas sementes caem ao chão e permanecem dormentes até o início do outono quando possuem condições ideais para a germinação, possuindo assim o fenômeno conhecido como dormência. Para os pecuaristas o fenômeno da dormência pode ser considerado útil, uma vez que permite a ressemeadura de forma natural e distribuída ao longo do tempo. Por outro lado, para o produtor de sementes, a dormência é um problema, pois altera os testes de germinação, impedindo a determinação da qualidade fisiológica do lote de sementes com precisão. Tornando-se assim, necessárias técnicas e substâncias que possam quebrar essa dormência para que os testes de germinação demonstrem o potencial da semente, visto que as recomendações oficiais, para a quebra dormência, de acordo com as Regras de Análises de Sementes são ineficientes. Assim objetivou-se nesse trabalho avaliar a eficiência da quebra de dormência através de diferentes tratamentos: testemunha, ácido giberélico na concentração de 0,05%, ácido giberélico na concentração de 0,1%, ácido giberélico na concentração de 0,5%, nitrato de potássio na concentração de 0,2%, nitrato de potássio na concentração de 0,5% e tratamento de pré-resfriamento a 5°C por sete dias, em dois lotes de sementes de azevém, um recém colhido e outro armazenado por um período de doze meses. Após a preparação dos diferentes tratamentos, foram analisados os seguintes parâmetros: índice de velocidade de germinação, germinação, emergência, índice de velocidade de emergência, tetrazólio e massa seca. Os dados foram submetidos a ANOVA e utilizou o teste de Tukey para a comparação das médias. Os resultados permitiram concluir que: o uso de GA<sub>3</sub> na concentração de 0,1%, é o tratamento mais eficiente para a superação de dormência do azevém. Os tratamentos para a superação de dormência em sementes recém colhidas utilizados no presente estudo são ineficientes, uma vez que nenhum tratamento possibilita que a germinação mínima para a comercialização das sementes, 70%, seja atingida. O uso de KNO<sub>3</sub> a uma concentração de 0,5%, diminui a emergência e a germinação de sementes de azevém.

Palavras-chaves: Nitrato de potássio. Ácido giberélico. Pré-resfriamento. Qualidade de sementes. Azevém Anual.

## ABSTRACT

The ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) is an annual Poacea of great importance, especially for the southern region of Brazil, can be used for the production of forage and green cover in no-till systems, but when ripens its seeds fall to the ground and remain dormant until the early fall when they have ideal conditions for germination, thus having the phenomenon known as dormancy. For ranchers phenomenon of dormancy may be found useful, since it allows a natural and reseeding distributed over time. On the other hand, for the seed producer, dormancy is a problem because it alters the germination, preventing the determination of the physiological quality of the seeds accurately. Thus becoming necessary techniques and substances that can break this dormancy. This work it was aimed to evaluate the efficiency of dormancy breaking through different treatments: control, gibberellic acid at 0.05%, gibberellic acid at 0.1%, gibberellic acid at 0.5% potassium nitrate at a concentration of 0.2% potassium nitrate at a concentration of 0.5% and pre-cooling treatment at 5 ° C for seven days, in two batches of ryegrass seed, a recently gathered and one stored for a long period. After the performance of different treatments, the following parameters were analyzed: germination rate, germination, emergency, emergency speed index, tetrazolium and dry matter, after the data were subjected to statistical analysis of mean tests and ANOVA with Tukey. Results were obtained as: The use of GA<sub>3</sub> at a concentration of 0.1%, is the most effective treatment for overcoming ryegrass dormancy. Treatments for breaking dormancy in seeds harvested just used in this study are inefficient since no treatment enables the minimum germination of seed for marketing 70%, is achieved. The use of KNO<sub>3</sub> at a concentration of 0.5% decreases the germination and emergence of ryegrass seeds.

Keywords: Potassium nitrate. Gibberellic acid. Pre-colling. Seed quality. Ryegrass.



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1– Resultados médios de porcentagem de germinação em função de diferentes lotes de sementes de azevém.....	28
Tabela 2 – Porcentagem de sementes viáveis e não viáveis em função do lote de sementes e dos tratamentos de superação de dormência. ....	29
Tabela 3 – Resultados médios de porcentagem de germinação em função dos diferentes tratamentos para a superação da dormência. ....	31
Tabela 4 – Médias do índice de velocidade de germinação (IVG) para os diferentes lotes de sementes de azevém.....	32
Tabela 5 – Médias do índice de velocidade de germinação (IVG), de acordo com o tratamento utilizado para a superação a superação da dormência na semente. ....	32
Tabela 6 – Resultados médios de emergência de plântulas em função dos lotes de sementes de azevém e dos tratamentos para a superação de dormência.....	33
Tabela 7 – Médias do índice de velocidade de emergência (IVE) para os diferentes lotes de sementes de azevém.....	34
Tabela 8 – Médias do índice de velocidade de emergência (IVE), em função do tratamento para a superação da dormência de sementes de azevém. ....	35
Tabela 9 – Média de Matéria Seca nos diferentes lotes de sementes de azevém. ....	35

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>13</b>
2.1	OBJETIVO GERAL .....	13
2.1.1	Objetivos específicos.....	13
<b>3</b>	<b>JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>14</b>
<b>4</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>15</b>
4.1	CARACTERÍSTICAS DA ESPÉCIE .....	15
4.2	DORMÊNCIA .....	15
4.3	MÉTODOS PARA A QUEBRA DE DORMÊNCIA .....	17
4.3.1	Agentes mecânicos .....	18
4.3.2	Agentes químicos .....	18
4.3.3	Temperatura .....	20
4.3.4	Hormônios .....	21
4.3.5	Luz .....	22
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>24</b>
5.1	LOCAL DE REALIZAÇÃO DO PROJETO .....	24
5.2	AQUISIÇÃO DAS SEMENTES .....	24
5.3	TRATAMENTOS .....	24
5.4	AVALIAÇÕES.....	25
5.4.1	Germinação .....	25
5.4.2	Índice de Velocidade de Germinação (IVG) .....	25
5.4.3	Emergência.....	26
5.4.4	Índice de Velocidade de Emergência (IVE) .....	26
5.4.5	Teste Tetrazólio.....	26
5.4.6	Matéria seca da plântula (parte aérea).....	27
5.4.7	Determinação de umidade das sementes .....	27
5.5	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ESTATÍSTICO .....	27
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>28</b>
6.1	UMIDADE .....	28
6.2	GERMINAÇÃO E TETRAZÓLIO.....	28
6.3	ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO .....	31
6.4	EMERGÊNCIA .....	33

6.5	ÍNDICE DE VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA .....	34
6.6	MATÉRIA SECA (PARTE AÉREA) .....	35
7	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>36</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>37</b>
	<b>APÊNDICE A – FOTOGRAFIAS DO PROJETO .....</b>	<b>41</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) é uma poácea anual nativa da região sul da Europa, norte da África e oeste da Ásia (NELSON et al., 1997). A cultura do azevém apresenta grande potencial como forrageira, sendo atualmente a gramínea anual de clima temperado de maior utilização no mundo (AMATO, 2006). Na Região Sul do Brasil foi introduzido por imigrantes por volta de 1875 e hoje se encontra disseminado por várias regiões. Essa disseminação pode ser associada ao seu alto poder de ressemeadura natural (MITTELMANN et al., 2010; PIANA et al., 1986), alta capacidade de tolerar elevados índices de pisoteio (BARBOSA, 2006), e persistência da espécie na área de cultivo através de bancos de sementes (AMATO, 2006).

Segundo Carvalho et al., (2013) o azevém apresenta uma boa produção de fitomassa, ultrapassando 10 t. ha<sup>-1</sup> de matéria seca em condições adequadas de manejo, podendo ser utilizada como planta de cobertura de solo, tanto em sistemas de semeaduras diretas de culturas anuais, como em pomares.

As características agronômicas e nutricionais do azevém justificam seu interesse pelos produtores, no entanto, a cultura apresenta como inconveniente a presença de dormência (MARTINS et al., 2011). A dormência pode ser definida como um fenômeno de origem genética com grande influência ambiental, de supressão da germinação através de mecanismos internos ou externos da semente que inibem sua germinação mesmo quando condições ideais são encontradas (MÉROLA; DÍAZ, 2012).

Para os pecuaristas o fenômeno da dormência pode ser considerado útil, uma vez que permite a ressemeadura de forma natural e distribuída ao longo do tempo. Por outro lado, para o produtor de sementes, a dormência é um problema, pois altera os testes de germinação, impedindo a determinação da qualidade fisiológica das sementes com precisão. O correto diagnóstico do potencial fisiológico das sementes é de fundamental importância para a tomada de decisão das empresas produtoras de sementes no quesito secagem, beneficiamento e armazenamento.

O processamento pós-colheita das sementes é oneroso, sendo de extrema importância submeter a este processo somente os lotes de sementes com alto potencial fisiológico, o qual pode ser determinado pelo teste de germinação. No entanto, os métodos para a superação de dormência de sementes de azevém indicados pelas Regras de Análises de Sementes (RAS), visando minimizar os problemas no diagnóstico da qualidade fisiológica de lotes de sementes são ineficientes.

Diante do exposto, objetiva-se com este trabalho avaliar outras alternativas para a superação da dormência de sementes de azevém.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar diferentes doses de ácido giberélico, nitrato de potássio e tratamento de pré – resfriamento para a quebra de dormência de sementes de azevém, armazenadas e recém colhidas.

#### **2.1.1 Objetivos específicos**

- Determinar a melhor dose de ácido giberélico (0,05%; 0,1% e 0,5%) para a quebra de dormência do azevém;
- Definir o método mais eficaz para a quebra de dormência de sementes de azevém;
- Avaliar a eficácia do tratamento de pré – resfriamento em sementes de azevém;
- Determinar a melhor dose de nitrato de potássio para a superação da dormência de sementes de azevém;

### 3 JUSTIFICATIVA

A cultura do azevém (*Lolium multiflorum*) é considerada uma forrageira de inverno de grande importância, além de também ser utilizada como cobertura verde em sistemas de semeadura direta e em pomares, sendo bem adaptada as condições edafoclimáticas da região Sul do Brasil (DE CONTO, 2001).

No final da primavera suas plantas florescem e frutificam em abundância. Logo após atingir a maturação fisiológica as sementes sofrem abscisão, quando não colhidas, e permanecem dormentes até o final do verão onde em condições normais se inicia sua germinação (MARTINS et al., 2011).

No caso do azevém a dormência permite que a semente ultrapasse o período desfavorável de verão e venha germinar somente no outono, quando as condições para o desenvolvimento da planta sejam adequadas (EICHELBERGER et al., 2001).

Para os pecuaristas esse fenômeno de dormência se torna muito útil, pois permite a ressemeadura natural da pastagem em condições favoráveis, mas para os produtores de sementes a dormência ocasiona problemas, por mascarar o teste padrão de germinação necessário para comercialização das sementes, devido a dormência da semente (PIANA et al., 1986). A avaliação do potencial fisiológico de uma semente é de extrema importância, pois permite identificar problemas e corrigi-los, evitando assim gastos com armazenamento de sementes com qualidades inferiores as recomendadas (MENEZES, 2011). Desta maneira, o uso de tratamentos para a superação da dormência das sementes se faz necessário para que apresentem o seu real potencial fisiológico.

Para a cultura do azevém os testes oficiais recomendados para a quebra de dormência se resumem ao uso de nitrato de potássio ( $KNO_3$ ) a 0,2% e pré – resfriamento por sete dias com temperatura de 5°C, entretanto estudos sobre a cultura do azevém concluem que os métodos para a superação de dormência não são eficientes para sementes recém colhidas, e que a mesma cultura possui uma dormência remanescente o que ocasiona uma germinação desuniforme. Tendo em vista o exposto o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de diferentes tratamentos como ácido giberélico em três concentrações, nitrato de potássio em duas concentrações e o tratamento com pré – resfriamento em dois lotes de sementes de azevém, um recém colhido e outro armazenado por um período de doze meses.

## 4 REFERENCIAL TEÓRICO

### 4.1 CARACTERÍSTICAS DA ESPÉCIE

O azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) é uma poácea anual, cespitosa, podendo atingir até 1,2m de altura, de prefoliação convoluta, folhagem verde brilhante, folhas com aurículas desenvolvidas, sua espiguetas possui mais de 10 antécios e lemas com arista apical (BOLDRINI et al., 2008). Possui colmos cilíndricos e eretos, compostos de nós e entrenós, com distância de 30 a 60 cm, sua inflorescência é uma espiga dística, ou seja, possui duas fileiras de espiguetas com um comprimento de 15 a 20 cm, possuindo de 10 a 20 flores férteis por espiga. Sua semente é uma cariopse com peso médio de 2g em 1000 sementes (CARVALHO et al., 2013).

O azevém pode ser considerado a principal poácea de inverno na região Sul do Brasil, utilizada pelos pecuaristas para a produção de leite e carne, possuindo uma alta palatabilidade, digestibilidade, alto teor de proteína e uma boa quantidade de minerais (SILVA, 2012).

Segundo Galli et al., (2005) o azevém é uma cultura adaptada a temperaturas baixas e climas mesotérmicos, não resistindo ao calor de verão dos climas tropicais. Por esse motivo é uma planta totalmente adaptada a região Sul do Brasil, onde se observa sua ocorrência nos três estados da região. É uma poácea que pode ser considerada rústica, competitiva, com boa capacidade de perfilhamento e que se desenvolve em diferentes tipos de solo, preferindo solos mais argilosos e férteis (CARVALHO et al., 2013).

As plantas de azevém florescem e produzem sementes ao final da primavera. Segundo Silva (2012) a produção de sementes puras pode chegar a 1.200 kg. ha<sup>-1</sup>, sendo que se não forem colhidas logo a sua maturação fisiológica, as mesmas caem ao solo e permanecem dormentes até o final do verão (PIANA et al., 1986).

Além de ser considerada uma excelente forrageira de inverno, a cultura do azevém pode ser considerada uma boa opção de cobertura do solo, proporcionando uma produção de massa que pode atingir até 10 t. ha<sup>-1</sup> (CARVALHO et al., 2013).

### 4.2 DORMÊNCIA

Ao final do ciclo de maturação da semente, a mesma se desidrata e ocorre a redução do teor de ácido abscísico (ABA) ou a redução da sensibilidade da semente ao ABA, havendo uma diminuição na síntese de enzimas responsáveis por atividade anabólicas. Com isso ocorre um



aumento na produção de enzimas hidrolíticas, fundamentais para que ocorra a germinação (MARCOS FILHO, 2005).

Após a maturação há uma redução nas atividades metabólicas das sementes, ao ponto de que não ocorra tradução de mensagem genética antes de que a semente encontre condições ideais para germinar. Essas sementes são chamadas de quiescentes, mas quando mesmo em condições ideais as sementes não germinam, influenciadas por fatores que bloqueiam a transcrição genética, elas são chamadas de dormentes (MARCOS FILHO, 2005).

O fenômeno de dormência é genético sendo comum, principalmente em sementes de forrageiras, hortaliças e algumas espécies arbóreas, as mesmas possuem condições ideais para germinar como água, luz e temperaturas, mas por alguma restrição interna não germinam, (MÉROLA; DÍAZ, 2012).

Cardoso (2009) cita que a dormência pode ser classificada em diferentes categorias. Com base na origem pode-se classificar a dormência em primária e secundária. A dormência primária se instala na planta durante o desenvolvimento da semente, quando a mesma ainda está unida a planta mãe. A dormência secundária pode ser induzida logo após a dispersão da semente da planta mãe.

Quanto ao mecanismo pode-se classificar a dormência como endógena e exógena ou como dormência embrionária e de cobertura (tegumentar) (CARDOSO, 2009; MOLIZANE, 2012). A dormência endógena está ligada a causas relacionadas ao embrião, mesmo retirado o tegumento a semente não germina, já a dormência exógena está relacionada a algum impedimento oferecido pelos tecidos que envolvem o embrião, ao ponto de que se retirado o embrião o mesmo germinará normalmente (FOWLER; BIANCHETTI, 2000).

Ainda dentro da classificação quanto ao mecanismo, pode-se dividir a dormência endógena em: dormência fisiológica, morfológica e morfofisiológico; e a dormência exógena em: dormência física, química e mecânica.

Cardoso (2009), cita que a dormência fisiológica é basicamente regulada em níveis metabólicos e gênicos, as quais afetam atividades fisiológicas da semente, impossibilitando sua germinação (MÉROLA; DÍAZ, 2012). Pode ser dividida em profunda, intermediária e não profunda (BASKIN e BASKIN, 2004).

Na dormência fisiológica profunda, o embrião retirado da semente, não é capaz de produzir uma plântula normal (CARDOSO, 2009). O ácido giberélico não supera a dormência e vários meses de estratificação com frio ou calor são requeridos para que a mesma seja quebrada (MOLITERNO, 2008).

Na dormência fisiológica intermediária e na não profunda, a retirada do embrião dessas sementes produz plântulas normais, a diferença entre ambas se relaciona ao tipo de tratamento utilizado para que a dormência seja quebrada. Os tratamentos utilizados vão desde hormonais, com o uso de ácido giberélico, até tratamentos com resfriamentos de sementes e sensibilidade a luz (CARDOSO, 2009; MOLITERNO, 2008).

Dormência morfológica se relaciona ao próprio embrião, o mesmo pode ser rudimentar, ou estar indiferenciado, sendo que a germinação só será possível quando a semente encontrar condições ideais para que o embrião se desenvolva por completo (MÉROLA; DÍAZ, 2012; CARDOSO, 2009). Já a dormência morfofisiológica ocorre quando o embrião está subdesenvolvido e também possui algum componente fisiológico que iniba sua germinação (MOLITERNO, 2008).

Já dentro da dormência exógena o tipo de dormência física, está relacionado ao impedimento da germinação através de estruturas do tegumento e/ou pericarpo que impedem a entrada de água e trocas gasosas da semente (MOLITERNO, 2008). A dormência química está relacionada a presença de inibidores químicos presentes na semente e/ou no fruto, e a dormência mecânica se relaciona a estruturas lenhosas que impossibilitam a saída da plântula (MÉROLA; DÍAZ, 2012).

Hilhorst (1995) relata que a dormência é uma das áreas da biologia que menos se conhece, possibilitando, assim, diversas classificações de autores distintos. O fato da dormência ser mensurada apenas por meio da germinação causa erros de interpretação, pois existem inúmeros fatores que se relacionam ao processo. Marcos Filho (2005), também relata que os próprios procedimentos para a quebra de dormência também dificultam o estudo da mesma, uma vez que vários tratamentos podem se mostrar eficientes para a superação do bloqueio.

Segundo Marcos Filho (2005), fatores ambientais como luz, temperatura, água e outros, interferem na indução da germinação. A germinação é atribuída a características genéticas da planta, mas sabe-se que fatores ambientais são responsáveis pela sua indução, sendo assim, o fenômeno de dormência apresenta diferentes causas ligadas a espécies e cultivares, o que torna o estudo da dormência ainda mais complicado.

#### 4.3 MÉTODOS PARA A QUEBRA DE DORMÊNCIA

Por se tratar de um fenômeno pouco conhecido existem diversos estudos sobre a quebra de dormência em diferentes espécies. Em alguns casos já se conhece o conjunto de técnicas que

quando aplicadas promovem a germinação, em outros casos faz-se necessário maior estudo na área (ZAIDAN; BARBEDO, 2004).

O método que deve ser aplicado para que ocorra a quebra de dormência irá depender do tipo de dormência presente na semente (POPINIGIS, 1985), mas independentemente do tipo de dormência presente a mesma é inversamente proporcional a sua idade, ou seja, geralmente uma semente recém colhida possui uma dormência mais intensa do que naquela semente que já passou por determinado período de armazenamento (MARCOS FILHO, 2005).

Os métodos de superação de dormência podem ser didaticamente divididos de acordo com as suas atuações nas sementes, da seguinte maneira: agentes mecânicos, agentes químicos, temperatura, hormônios e luz.

#### **4.3.1 Agentes mecânicos**

Método utilizado quando há necessidade de ruptura do tegumento, pois o mesmo impede a entrada de água e a troca gasosa (MÉROLA; DÍAZ, 2012). Para a remoção desse tegumento impermeável as sementes são submetidas a tratamentos com superfícies abrasivas, como areia, limas, lixas entre outras, sempre tomando cuidado para que não se provoque injurias principalmente no embrião (MARCOS FILHO, 2005).

Também pode-se realizar a escarificação mecânica com o auxílio de materiais cortantes como canivetes, facas e estiletes, não sendo necessário na maioria das vezes retirar todo o tegumento para que ocorra a germinação. Borghetti (2004) cita que além de escarificação pode-se utilizar de outro método mecânico intitulado de impactação, onde as sementes são agitadas de maneira vigorosa para que ocorra o deslocamento da suberina, uma estrutura que impede a entrada de água e as trocas gasosas. Esse tipo de tratamento pode ser utilizado em espécies utilizadas como adubo verde como é o caso da *Crotalaria aegyptica* (crotalária) e *Mililotus alba* (trevo-doce-branco).

#### **4.3.2 Agentes químicos**

O principal método utilizando-se de agentes químicos para a quebra de dormência é o uso de ácidos fortes, com destaque ao ácido sulfúrico. Sua utilização é recomendada quando a semente possui tegumento que impermeabiliza ou dificulta a entrada de água e/ou gases (MÉROLA; DÍAZ, 2012).

O ácido sulfúrico geralmente é concentrado em proporção de duas partes de ácido para uma de semente em volume, e as sementes permanecem em contato na solução com o tempo variando de 5 a 10 minutos, em seguida as sementes são lavadas em água corrente (MARCOS FILHO, 2005).

O tempo de submersão das sementes em ácido sulfúrico irá variar de acordo com a espécie, sendo que, o mesmo deve ser determinado em pré-testes através da observação da espessura do tegumento ou através do entumescimento da semente quando mergulhada em água (POPINIGIS, 1985).

Ácido sulfúrico é utilizado principalmente em espécies arbóreas e em espécies forrageiras tropicais, facilitando a entrada de água, gases, expansão do embrião e a saída da radícula (MÉROLA; DÍAZ, 2012). Dentre as forrageiras pode-se destacar o uso em *Calapogonium* sp., *Centrosema* sp., *Leucaena* sp., *Stylosanthes* sp., *Pueraria* sp., entre outras (SEIFFERT, 2009).

Sabe-se que a dormência em sementes também pode ser superada com o uso de substância que apresentam o radical  $\text{NO}^{-3}$  (nitrato) ou  $\text{NO}^{-2}$  (nitrito) (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). As Regras de Análise de sementes recomendam amplamente o uso de Nitrato de Potássio ( $\text{KNO}_3$ ), das mais de 300 espécies listadas aproximadamente 80 teriam a dormência superada pelo uso do tratamento, inclusive a cultura do azevém (BRASIL, 2009).

O uso de nitratos estimula a via das Pentoses Fosfato, dando início a reações metabólicas que culminam no ciclo de Krebs e, portanto, fornecem energia e matéria prima para o desenvolvimento do eixo embrionário (MENEZES; MATTIONI, 2011).

Ecologicamente esse mecanismo pode ser entendido como uma adaptação das plantas as condições ambientais, sabendo-se que a concentração de nitritos/nitratos “flutua” durante o ano variando de acordo com os microrganismos do solo, bem como de acordo com as temperaturas e profundidade do solo. A semente só irá germinar quando encontrar condições adequadas, a quantidade de nitrato/nitrito pode ser um sinal de emergência da planta (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000; MOLITERNO, 2008).

Piana et al., (1986), em seus estudos sobre métodos para a quebra de dormência concluíram a ineficiência do uso de nitrato de potássio e a eficiência da temperatura para a quebra de dormência da cultura do azevém. Ressalta-se que a utilização da temperatura para superação da dormência de sementes de azevém é recomendado pela International Seed Testing Association (ISTA).

Outros agentes químicos como hipoclorito de sódio, ácido nítrico, etanol e água oxigenada, podem ser usados para a quebra de dormência, atuando em diversas rotas

metabólicas como, processos oxidativos, ciclo das pentoses e na respiração (ZAIDAN; BARBEDO, 2004).

#### 4.3.3 Temperatura

A temperatura é um fator primordial para a superação de dormência, principalmente em espécies de clima temperado. A ação da temperatura na superação da dormência pode ocorrer em função de baixas temperaturas e alto grau de umidade ou através de altas temperaturas e baixo grau de umidade, a maioria das sementes se enquadra no primeiro caso (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

A superação de dormência através de temperaturas baixas pode ser classificada como um mecanismo ecológico de adaptação a plantas que vivem em regiões com invernos rigorosos (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Esse efeito da temperatura associada a umidade é conhecido como estratificação, sendo comum em várias espécies, se resumindo na natureza na exposição da semente a baixas temperaturas (1 e 10°C), por vários dias, com a semente coberta por algum substrato, fazendo com que germine no início da primavera (ZAIDAN; BARBEDO, 2004).

Marcos Filho (2005) relata que o pré-resfriamento a temperaturas de 5 a 10°C, conduzido durante dias, semanas ou meses ativa enzimas hidrolíticas que conduzirão a síntese de giberelina e/ou a degradação de inibidores, modificando o balanço de ambos os hormônios e promovendo a germinação da semente. No entanto, o fenômeno de dormência não se manifesta uniformemente, ou seja, sementes de uma mesma planta possui diferentes graus de intensidade; o uso do pré-resfriamento nessas condições podem provocar estresse a sementes não dormentes e incentivo ao desenvolvimento de microrganismos.

Popinigis (1985), relata que a técnica de pré-resfriamento é aplicada a determinadas poáceas forrageiras como *Festuca* spp, *Agropyron* spp, *Lolium* spp, entre outras, e também pode ser aplicada em algumas sementes de hortaliças como alface, algumas espécies de *Brassica* e *Allium*.

De acordo com Brasil (2009) a superação de dormência da cultura do azevém pode ocorrer através do pré-resfriamento a temperatura de 5°C por sete dias, mas o percentual de germinação das sementes do azevém podem variar de acordo com o período de armazenamento do mesmo.

Em trabalho realizado por Piana et al., (1986), os autores verificaram que o tratamento de pré-resfriamento a 5°C por 72 horas foi mais eficiente do que o uso de nitrato de potássio a 0,2 %, também recomendado pelas Regras de Análises de Sementes (RAS).

Em sementes de azevém armazenadas ficou evidenciado no trabalho de Eichelberger et al., (2001) a presença de dormência remanescente, a qual foi superada pelo pré-resfriamento. Todavia, observou-se um incremento no número de sementes mortas, o que pode ser explicado pelo fato da cultura possuir uma maturação desuniforme e, por consequência, estarem em estádios diferentes de dormência.

Martins et al., (2011), testou diferentes métodos para a quebra de dormência em azevém e evidenciou que os valores máximos de germinação foram obtidos com o tratamento de pré-resfriamento a 10°C por um período de sete dias associado ao nitrato de potássio.

Dentro do uso de temperaturas para a quebra de dormência raramente algumas espécies requerem altas temperaturas para que germinem. A alta temperatura pode provocar o rompimento da testa de algumas sementes como em *Acacia melanoxylon* facilitando assim sua germinação, outro exemplo é a planta *Andira humilis* que em temperaturas de 31 a 39°C a germinação ocorre em torno de oito dias após o tratamento com percentual de 90%, em temperatura ambiente a germinação demora sete meses e com percentual de 40% (ZAIDAN; BARBEDO, 2004).

A alternância de temperatura também pode ser considerada benéfica para a quebra de dormência, mas se torna difícil de quantificar esse fator, pois possui variáveis como: tempo, magnitude de temperaturas e ciclos de exposição que podem trazer múltiplas combinações (ZAIDAN; BARBEDO, 2004).

#### 4.3.4 Hormônios

Os hormônios possuem uma função crítica para a germinação de sementes, em determinados momentos podem estimular ou inibir processos fisiológicos. Dentre os fitohormônios que podem atuar na quebra de dormência de sementes pode-se citar: a giberelina, a citocininas e o etileno (MÉROLA; DÍAZ, 2012; ZAIDAN; BARBEDO, 2004).

As giberelinas são diterpenóides formadas de quatro unidades isoprenóides, cada uma com cinco carbonos, possuem um esqueleto *ent*-giberelano tetracíclico ou um esqueleto 20-não-*ent*-giberelano. Possuem diferentes efeitos na planta como germinação, regulação da fase juvenil para a adulta, iniciação floral de determinação do sexo, desenvolvimento do pólen e crescimento do tubo polínico, entre outras funções (TAIZ; ZEIGER, 2013).

O tratamento de sementes com giberelinas bioativas pode substituir tratamentos com luz e baixas temperaturas, comprovando estudos que demonstram que tratamentos com luz ou baixa temperatura aumentam a concentração de giberelinas e diminuem a concentração de Ácido Abscísico (ABA) (TAIZ; ZEIGER, 2013). O ABA possui ação antagônica em relação as giberelinas, sendo que em muitas espécies a quantidade balanceada desses dois hormônios indica o grau de dormência da semente (ZAIDAN; BARBEDO, 2004).

A atuação das giberelinas na quebra de dormência está relacionada a síntese de enzimas hidrolíticas como amilases e proteases, na camada de aleurona, que degradam as reservas nutritivas acumuladas no endosperma ou cotilédones e a disponibilizam para o desenvolvimento do embrião (TAIZ; ZEIGER, 2013).

O uso de ácido giberélico ( $GA_3$ ) para a superação de dormência é recomendado para cereais de clima temperado como *Avena sativa*, *Secale cereale*, *Triticum aestivum*, entre outros. O substrato utilizado para a germinação é umedecido com uma solução de  $GA_3$  na proporção de 0,02% quando a dormência for menos intensa e até 0,1 % quando a dormência for mais intensa (BRASIL, 2009).

Menezes e Mattioni (2011), compararam diferentes métodos para a quebra de dormência em aveia preta (*Avena strigosa*) e concluíram que os tratamentos com ácido giberélico na concentração de 0,5 % se mostrou o mais eficiente. Gadotti et al., (2013), testou o ácido giberélico em pó para envolver sementes revestidas e concluiu que a concentração de 0,008 g (pó) se mostrou mais eficiente.

O uso de citocininas são menos eficientes e podem induzir uma germinação anormal como por exemplo a emissão de cotilédones antes da emissão de radícula (ZAIDAN; BARBEDO, 2004). O etileno também vem sendo destacado como um importante fator para a superação de dormência, mas sua resposta irá depender da espécie, de modo que, em sementes de algumas espécies o mesmo pode provocar a germinação, em outras inibir ou não apresentar efeito. (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

#### 4.3.5 Luz

A luz é absorvida por um pigmento denominado fitocromo, o qual se converte em duas formas, ativo e inativo (ZAIDAN; BARBEDO, 2004). A forma inativa denominada Fv absorve luz vermelha (660 nm) e se transforma na forma ativa Fve, que por sua vez, promove a germinação. A forma ativa Fve quando recebe luz vermelho extrema, 730 nm, se inativa, e não ocorre a germinação (BORGUETTI, 2004). Ação de diferentes comprimentos de ondas sobre

o fitocromo podem ser consideradas um dos fatores mais importantes a germinação (ZAIDAN; BARBEDO, 2004).



## 5 METODOLOGIA

### 5.1 LOCAL DE REALIZAÇÃO DO PROJETO

O presente projeto foi realizado no Laboratório de Sementes e no Laboratório de Crescimento da Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Laranjeiras do Sul – PR, no período de julho de 2014 a novembro de 2014.

### 5.2 AQUISIÇÃO DAS SEMENTES

As sementes armazenadas (1 ano em temperatura ambiente) foram obtidas em cooperativas da região de Laranjeiras do Sul. As sementes recém colhidas da cultivar BRS Ponteio, foram cedidas pelo Sítio Amola – Faca, localizado na comunidade “Linha Zapahowski”, interior do município de Virmond – PR. A colheita das espigas fora realizada de forma manual quando as mesmas apresentaram uma coloração parcial ou totalmente amarelo-palha, e as sementes em estágio farináceo semiduro de coloração preta (NAKAGAWA, et al., 1999), colhidas no dia 23 de agosto de 2014.

### 5.3 TRATAMENTOS

O experimento foi constituído pelos tratamentos: T1- testemunha, T2 - pré resfriamento a temperatura de 5 °C por sete dias (BRASIL, 2009), T3 - ácido giberélico na concentração de 0,05 % (BRASIL, 2009), T4 - ácido giberélico na concentração de 0,1% (BRASIL, 2009), T5 - ácido giberélico na concentração de 0,5 % (MENEZES; MATTIONI, 2011), T6 - nitrato de potássio a concentração de 0,2 % (BRASIL, 2009), T7 - nitrato de potássio concentração de 0,5%. Os tratamentos T3, T4, T5, T6 e T7 foram realizados através da imersão das sementes do azevém nas devidas soluções por quatro horas a uma temperatura de 20 °C, e os tratamentos T1 e T2 foram imersos pelo mesmo tempo e nas mesmas condições em água destilada. Concluído o período de imersão, as sementes foram lavadas em água corrente por 30 segundos.

## 5.4 AVALIAÇÕES

Foram avaliados os seguintes parâmetros: germinação, índice de velocidade de germinação, emergência, índice de velocidade de emergência, matéria seca da plântula (parte aérea) e teste de tetrazólio.

### 5.4.1 Germinação

Cada tratamento foi constituído de quatro repetições com 50 sementes cada, as quais foram dispostas sobre duas folhas de papel “mata borrão”, acondicionadas em caixas plásticas transparentes (Gerbox), umedecidos com uma quantidade de duas vezes e meio o peso do papel com água destilada, após a sementeira das sementes os gerbox foram acondicionados em germinadores do tipo “BOD” com temperatura alternada de 25 – 30 °C e fotoperíodo de 6 horas. As avaliações tiveram início conjuntamente com o índice de velocidade de germinação (IVG), sendo contabilizadas plântulas normais as quais possuíam parte aérea com tamanho superior a 1,5 cm e raiz primária bem desenvolvida, por um período de 14 dias.

### 5.4.2 Índice de Velocidade de Germinação (IVG)

O índice de velocidade de germinação (IVG) foi instalado conjuntamente com o teste de germinação, onde diariamente a partir do surgimento da primeira plântula normal foram realizadas contagens até que o número de plântulas tornasse constante.

O IVG foi calculado pelo somatório do número de plântulas normais a cada dia, dividido pelo número de dias decorridos para a formação da plântula, utilizando como referência a fórmula proposta por Maguire (1962):

$$IVG = (G_1/N_1) + (G_2/N_2) + (G_3/N_3) + \dots + (G_n/N_n).$$

Onde:

IVG: Índice de Velocidade de Germinação;

$G_1, G_2, G_3, \dots, G_n$  = número de plantas computadas de acordo com a germinação de cada contagem;

$N_1, N_2, N_3, \dots, N$  = número de dias de sementeira até a contagem final.

### **5.4.3 Emergência**

O teste foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes. As sementes foram semeadas em bandejas plásticas contendo um volume de 3 litros de terra e areia na proporção 2:1. A profundidade de semeadura foi de 1 cm e as bandejas foram mantidas em ambiente controlado de 25°C (TUNES et al., 2011).

As irrigações foram realizadas sempre que necessário mantendo-se a capacidade de campo em 70% e a avaliação do teste foi realizada aos 14 dias após a semeadura, considerando como plantas emergentes aquelas que atingirem um tamanho de 2 cm ou mais.

### **5.4.4 Índice de Velocidade de Emergência (IVE)**

O índice de velocidade de emergência foi conduzido em conjunto com o teste de emergência de plântulas, através de contagens diárias a partir da primeira emergência até o décimo quarto dia, considerando plântulas normais aquelas que emergiram 2 cm acima do solo (TUNES, et al., 2011). Para cada repetição foi calculada o IVE através da fórmula proposta por Maguire (1962).

### **5.4.5 Teste Tetrazólio**

O teste foi aplicado nas sementes que não germinaram durante o teste de germinação para a identificação de sementes dormentes. Utilizou-se amostras aleatórias de 60 sementes por tratamento, tanto em sementes recém colhidas como em sementes armazenadas. Para o pré-umedecimento foi utilizado água destilada imergindo a semente por 3 horas a uma temperatura de 20 °C. O preparo para a coloração foi realizado através do corte longitudinal do embrião e  $\frac{3}{4}$  do endosperma; a solução de coloração foi aplicada por quatro horas em uma temperatura de 30°C com concentração de 0,5%. Para a avaliação, as superfícies cortadas foram observadas removendo o lema para expor o embrião, sendo permitido como área máxima de tecido não colorido  $\frac{1}{3}$  da radícula a partir da extremidade (BRASIL,2009). Foi considerado como viável as sementes que possuíam o embrião com coloração avermelhada a rósea, seguindo o padrão utilizado por Souza et al., (2010). Todos os procedimentos foram realizados de acordo com as Regras de Análises de Sementes.

#### **5.4.6 Matéria seca da plântula (parte aérea)**

A avaliação da matéria seca foi realizada com plântulas emergidas após 14 dias de semeadura. Com o auxílio de lâminas cortantes a parte aérea de cada repetição foi cortada e depositada em embalagens de papel separadamente, e secadas em estufa a 80° C por 24h. Após esse período as amostras foram retiradas da estufa colocadas em dessecador para resfriar, e posteriormente, pesadas em balança com precisão de 0,001 g. A matéria seca foi expressa em mg/repetição, onde a somatória das repetições representou o peso médio por tratamento (NAKAGAWA, 1999).

#### **5.4.7 Determinação de umidade das sementes**

Em ambos os lotes (sementes armazenadas e recém colhidas) foi realizado a determinação de umidade em estufa a 105°C, por 24 horas, conforme proposto por Brasil (2009).

### **5.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ESTATÍSTICO**

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado distribuído em um fatorial 2x7, onde foram utilizados dois lotes de sementes de azevém, um com sementes recém colhidas e outro com sementes armazenadas e seis tratamentos: pré – resfriamento, giberelina a 0,05% (500 PPM), giberelina a 0,1% (1000 PPM), giberelina a 0,5% (5000 PPM), nitrato de potássio a 0,2% e nitrato de potássio a 0,5%, para a quebra de dormência, mais a testemunha a qual não fora atribuído nenhum tratamento.

Os dados foram submetidos ao teste de Tukey com nível de 5% de probabilidade e analisados com o auxílio do programa Assistat.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 UMIDADE

Obtiveram-se as seguintes umidades: azevém armazenado 12,2% e azevém recém colhido 11,9%. Nota-se que o grau de umidade das sementes de ambos os lotes foi semelhante, reduzindo possíveis variações nos parâmetros avaliados em função da umidade.

### 6.2 GERMINAÇÃO E TETRAZÓLIO

Observa-se pela tabela 1 que houve diferença estatística entre o azevém armazenado e o recém colhido no que se refere a germinação.

Tabela 1– Resultados médios de porcentagem de germinação em função de diferentes lotes de sementes de azevém.

Condição da semente	Germinação (%)
Armazenado	42,86 a*
Recém colhido	11,07 b
CV %:	20,53

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tais resultados indicam que a dormência das sementes de azevém pode ser superada naturalmente pelo armazenamento. Resultados semelhantes foram encontrados por Eichelberger et al (2001), os quais evidenciaram em sementes de azevém que quanto maior o armazenamento, até um determinado ponto, maior a germinação.

Em ambos os lotes de sementes pode-se observar uma baixa porcentagem de germinação. Para o lote de sementes armazenadas, a baixa germinação pode ser explicada pelo processo natural de deterioração da semente e pelo estresse causado a semente com os tratamentos utilizados para a superação da dormência (EICHELBERGER et al., 2001).

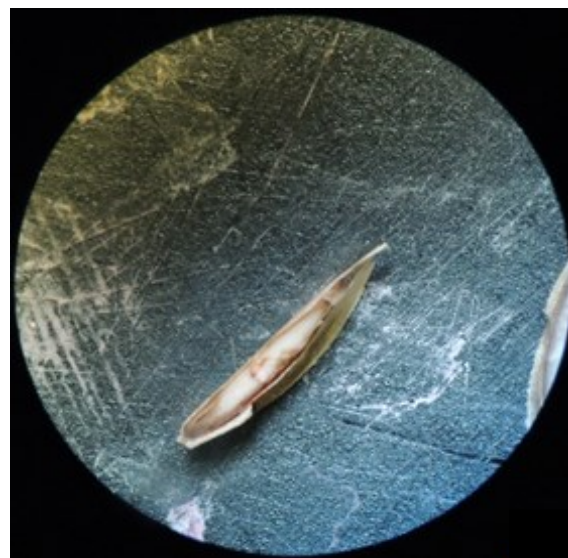
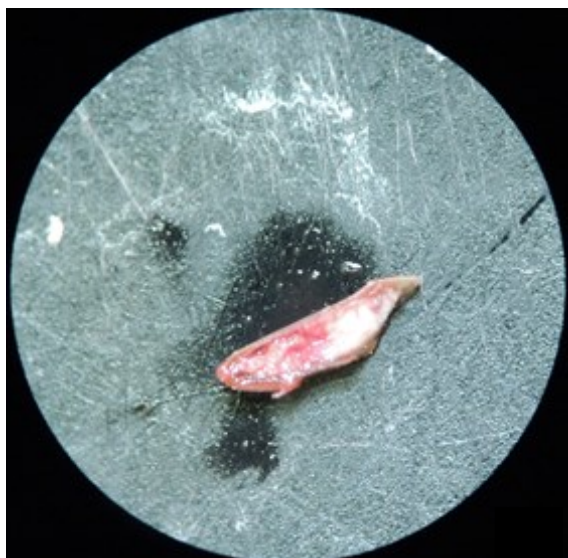
Pela tabela 2 observa-se a porcentagem de sementes viáveis e não viáveis pelo teste de tetrazólio. Nota-se que o número de sementes não viáveis para o azevém armazenado foi elevado (Tabela 2 e Figuras 1 e 2), indicando que as sementes não germinadas no teste de germinação não estavam dormentes e sim, mortas.

Tabela 2 – Porcentagem de sementes viáveis e não viáveis em função do lote de sementes e dos tratamentos de superação de dormência.

Tratamento	Azevém Armazenado		Azevém Recém colhido	
	Viável (%)	Não viável (%)	Viável (%)	Não viável (%)
Testemunha	16,7	83,3	95	5
Pré resfriamento	21,7	78,3	91,7	8,3
Giberelina a 0,05%	15	85	96,7	3,3
Giberelina a 0,1%	18,3	81,7	98,4	1,6
Giberelina a 0,5%	13,3	86,7	88,3	11,7
Nitrato de potássio a 0,2%	28,3	71,7	93,4	6,6
Nitrato de potássio a 0,5%	6,6	93,4	96,7	3,3

Utilizado 60 sementes por tratamento.

Figuras 1 e 2 – Sementes não viáveis pelo teste de tetrazólio.

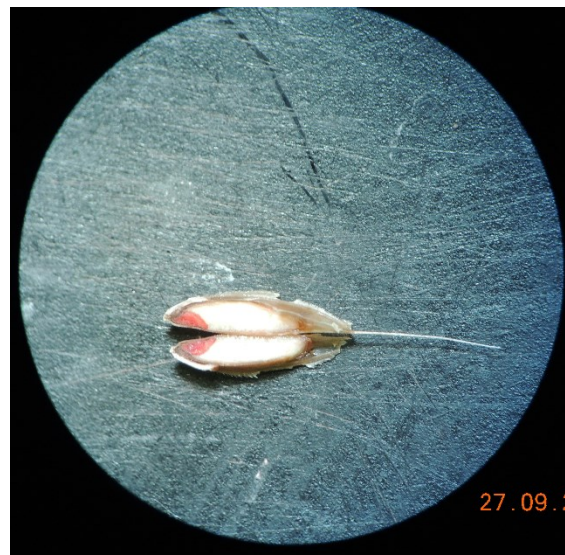


Fonte: Zapahowski, 2014.

Já para o azevém recém colhido pode-se observar o inverso, ou seja, um elevado número de sementes viáveis pelo teste de tetrazólio (Tabela 2 e Figura 3 e 4), indicando que as sementes não germinaram possivelmente em função da dormência. Vale ressaltar que a maturação na cultura do azevém, bem como da maioria das poáceas ocorre de maneira desuniforme, existindo sementes da mesma espiga com a maturação fisiológica completa e sementes com sua maturação incompleta. Borghetti (2004) também relata a existência de imaturidade do embrião em espécies de poáceas, esta dormência pode estar presente no azevém, impedindo assim, sua germinação logo após a dispersão das sementes, ocorrendo somente quando o embrião estiver completamente formado. Moliterno (2008) relata que em casos de dormência fisiológica

profunda o uso de tratamentos hormonais não supera a dormência, a mesma somente pode ser superada por longos períodos de estratificação em frio ou calor. Talvez, este seja o caso das sementes de azevém.

Figuras 3 e 4 – Sementes consideradas viáveis pelo tetrazólio.



Fonte: Zapahowski, 2014.

Com relação a utilização dos tratamentos para a superação da dormência das sementes, pode-se observar na tabela 3 que as sementes tratadas com giberelina ( $GA_3$ ) a uma concentração de 0,1 % (1000 PPM), obteve a maior média de germinação, entretanto, não se diferiu estatisticamente do pré resfriamento, giberelina a 0,05% (500 PPM), giberelina a 0,5% (5000 PPM) e do tratamento com nitrato de potássio ( $KNO_3$ ) a 0,2%, diferindo estatisticamente da testemunha e do tratamento com nitrato de potássio a 0,5%.

A atuação das giberelinas na quebra de dormência está relacionada a síntese de enzimas hidrolíticas como amilases e proteases, na camada de aleurona, que degradam as reservas nutritivas acumuladas no endosperma ou cotilédones e a disponibilizam para o desenvolvimento do embrião (TAIZ; ZEIGER, 2013), também podem atuar substituindo baixas temperaturas e luz, além de diminuir a ação do Ácido Abscísico (ABA). Menezes e Mattioni (2011), em seus estudos comprovaram a eficiência do uso de  $GA_3$  para a superação da dormência em aveia preta (*Avena Strigosa*), mas para a cultura do azevém não existem estudos com a utilização de  $GA_3$  na forma líquida em aplicação a semente.

Tabela 3 – Resultados médios de porcentagem de germinação em função dos diferentes tratamentos para a superação da dormência.

Tratamentos	Médias (%)
T1 – Testemunha	23,75 b*
T2 – Pré Resfriamento	24,50 ab
T3 – Giberelina a 0,05%	27,25 ab
T4 – Giberelina a 0,1%	32,75 a
T5 – Giberelina a 0,5%	28,75 ab
T6 – Nitrato de Potássio a 0,2%	28,75 ab
T7 – Nitrato de Potássio a 0,5%	23,00 b
CV%:	20,53

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O  $\text{KNO}_3$  na proporção de 0,2% é um dos tratamentos recomendados para a superação de dormência do azevém pela RAS, mas autores como Piana et al., (1986) e Eichelberger et al., (2001) demonstram em seus estudos a ineficiência do mesmo. Entretanto, pode-se observar na Tabela 3 que na proporção de 0,2 % o  $\text{KNO}_3$  não diferiu dos tratamentos de  $\text{GA}_3$  a 0,05% e a 0,5% bem como ao pré resfriamento. O  $\text{KNO}_3$  atua na rota das Pentose Fosfato, estimulando reações que darão início ao fornecimento de energia para o crescimento do eixo embrionário sem a necessidade de oxigênio (MENEZES; MATTIONI, 2011).

Pode-se observar que as menores médias de germinação foram obtidas com a testemunha e com o tratamento de nitrato de potássio a 0,5%. O nitrato de potássio ( $\text{KNO}_3$ ) é um sal com baixo peso molecular, podendo penetrar facilmente nos tecidos das sementes e causar fitotoxicidade a mesma, resultado também constatado por autores como Bonome et al., (2006) e Haigh & Barlow (1987).

### 6.3 ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO

Pode-se observar na tabela 4 que houve diferença estatística entre as sementes de azevém recém colhidas e as sementes armazenadas do azevém, no que se refere ao índice de velocidade de germinação.



Tabela 4 – Médias do índice de velocidade de germinação (IVG) para os diferentes lotes de sementes de azevém.

Condição da semente	IVG
Armazenado	4,21 a*
Recém colhido	0,65 b
CV %:	24,32

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nota-se que para as sementes de azevém armazenadas o IVG foi superior e diferiu estatisticamente da semente recém colhida, fato que pode ser explicado pela ausência de dormência nas sementes armazenadas, confirmado pelo teste de tetrazólio (tabela 2). A ausência de dormência favorece a germinação uniforme, uma vez que uma das funções da dormência é a distribuição espacial da semente ao longo do tempo, fazendo com que germinem somente quando encontrem a condição ideal (MARCOS FILHO, 2005).

Em relação aos diferentes tratamentos para a superação da dormência, observa-se na tabela 5, que as sementes que obtiveram o maior IVG foram as tratadas com GA<sub>3</sub> na concentração de 0,5% (5000 PPM), mas o mesmo não se diferiu estatisticamente dos tratamentos: testemunha, pré resfriamento, GA<sub>3</sub> 0,05% (500 PPM), GA<sub>3</sub> 0,1% (1000) e KNO<sub>3</sub> na concentração de 0,2%.

Tabela 5 – Médias do índice de velocidade de germinação (IVG), de acordo com o tratamento utilizado para a superação a superação da dormência na semente.

Tratamentos	IVG
T1 – Testemunha	2,25 ab*
T2 – Pré Resfriamento	2,25 ab
T3 – Giberelina a 0,05%	2,40 ab
T4 – Giberelina a 0,1%	2,80 a
T5 – Giberelina a 0,5%	2,85 a
T6 – Nitrato de Potássio a 0,2%	2,55 ab
T7 – Nitrato de Potássio a 0,5%	1,87 b
CV%:	24,32

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O maior IVG com o uso de sementes tratadas com GA<sub>3</sub>, pode ter ocorrido em função do papel desse hormônio vegetal no metabolismo da semente. Ressalta-se que os tratamentos que apresentaram maior vigor foram aqueles com maior porcentagem de germinação (tabela 3).

## 6.4 EMERGÊNCIA

Pelos resultados da ANOVA, houve interação significativa entre o lote de sementes e os tratamentos para a superação de dormência, (tabela 6).

Tabela 6 – Resultados médios de emergência de plântulas em função dos lotes de sementes de azevém e dos tratamentos para a superação de dormência.

Condição armazenamento	Tratamentos (%)						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Armazenado	29,50 aAB*	26 aAB	18,50 aB	26 aAB	33 aA	31,50 aAB	27 aAB
Recém colhido	10,50 bB	15,50 bAB	15,50 aAB	27 aA	23,50 bAB	23 aAB	10,50 bB
CV %: 28,65							

T1: Testemunha; T2: Pré resfriamento; T3: GA<sub>3</sub> 0,05%; T4: GA<sub>3</sub> 0,1%; T5 GA<sub>3</sub> 0,5%; T6: KNO<sub>3</sub> 0,2% e T7 KNO<sub>3</sub> a 0,5%. \*Letras minúsculas iguais nas colunas não diferem a 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ ), letras maiúsculas iguais nas linhas não diferem entre si a 5% de probabilidade.

Observa-se pela tabela 6 que o tratamento com a maior média de emergência para as sementes de azevém armazenado foi a GA<sub>3</sub> a 0,5%, mas o mesmo não se diferiu estatisticamente dos tratamentos: testemunha, pré – resfriamento, GA<sub>3</sub> 0,1%, KNO<sub>3</sub> 0,2% e KNO<sub>3</sub> 0,5%, diferindo somente da GA<sub>3</sub> 0,05%. A giberelina atua como importante estimulante para a germinação, substituindo determinados tratamentos como necessidade de baixas temperaturas e luminosidade (ZAIDAN; BARBEDO, 2004), proporcionando uma maior emergência. Resultado semelhante foi encontrado por Menezes e Mattioni (2011) em sementes de aveia preta (*Avena strigosa*) recém colhidas.

A maior porcentagem de emergência para as sementes recém colhidas, foi obtida com o uso de GA<sub>3</sub> na concentração de 0,1% (1000 PPM), mas não houve diferença estatística significativa desse tratamento com os demais, pré – resfriamento, GA<sub>3</sub> 0,05%, GA<sub>3</sub> 0,5% e KNO<sub>3</sub> a 0,2%. Essas variações podem ser explicadas pelos diferentes níveis de intensidade de dormência encontradas nas sementes, os quais podem alterar os resultados dos tratamentos, visto que, os tratamentos irão agir de forma diferente de acordo com o nível de bloqueio da germinação. As menores médias de emergência foram os tratamentos testemunha, devido a presença de dormência, e o tratamento com KNO<sub>3</sub> 0,5%, possivelmente por um efeito fitotóxico do soluto.

Comparando os lotes de sementes, observa-se de maneira geral que as sementes armazenadas apresentaram maior emergência quando comparada as recém colhidas. Segundo

Piana et al., (1986), Martins et al., (2011) e Eichleberger et al., (2001), o armazenamento é eficiente para a superação da dormência do azevém, justificando a maior média de emergência.

Nota-se que houve uma diferença entre os valores de germinação (Tabela 1) e emergência (Tabela 6), em ambos os lotes de sementes de azevém. Para o lote de sementes armazenadas o valor de emergência foi inferior ao de germinação, fato que pode ser explicado pela interação da semente com o solo e pelo processo natural de deterioração, visto que houve uma diferença de 2 meses entre a realização do teste de emergência e germinação. Cabe também ressaltar que o teste de emergência é considerado um teste de vigor, e que sua função justamente é separar lotes de sementes com a mesma germinação porém com diferentes valores de vigor. No lote de sementes recém colhidas observa-se um percentual de emergência superior ao de germinação, possivelmente devido a superação natural da dormência (EICHELBERGER, et al., 2001) pela diferença de 2 meses em relação ao teste de germinação.

## 6.5 ÍNDICE DE VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA

Na tabela 7, pode-se observar que houve diferença estatística entre lotes de sementes de azevém para a variável Índice de Velocidade de Emergência (IVE). Nota-se que o IVE de sementes armazenadas foi maior do que daquelas recém colhidas, provavelmente devido a superação da dormência das sementes durante o armazenamento.

Tabela 7 – Médias do índice de velocidade de emergência (IVE) para os diferentes lotes de sementes de azevém.

Condição da semente	IVE
Armazenado	2,10 a*
Recém colhido	1,35 b
CV %:	30,89

\*Nota: Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O uso de diferentes tratamentos para superação da dormência resultou em diferenças estatísticas em relação ao IVE, como pode-se observar na tabela 8.

Tabela 8 – Médias do índice de velocidade de emergência (IVE), em função do tratamento para a superação da dormência de sementes de azevém.

Tratamentos	IVE
T1 – Testemunha	1,52 ab*
T2 – Pré Resfriamento	1,65 ab
T3 – Giberelina a 0,05%	1,33 b
T4 – Giberelina a 0,1%	1,94 ab
T5 – Giberelina a 0,5%	2,02 ab
T6 – Nitrato de Potássio a 0,2%	2,17 a
T7 – Nitrato de Potássio a 0,5%	1,43 ab
CV%:	30,89

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Como observa-se na tabela 8, o tratamento que obteve maior IVE, foi aquele com  $\text{KNO}_3$  0,2%, que estatisticamente não diferiu dos tratamentos testemunha, pré – resfriamento,  $\text{GA}_3$  0,1%,  $\text{GA}_3$  0,5% e  $\text{KNO}_3$  0,5%. O  $\text{KNO}_3$ , atua na rota das pentoses fosfato, levando a eliminação do estado de dormência das sementes, principalmente em poáceas, em que a dormência é causada principalmente pela ocorrência de substâncias que fixam oxigênio localizadas no complexo película-pericarpo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

## 6.6 MATÉRIA SECA (PARTE AÉREA)

Para os valores de matéria seca, pode-se observar diferença estatística entre os lotes de sementes de azevém. Verifica-se maior valor de peso total de plantas emergidas para a semente de azevém armazenada (tabela 9).

O maior acúmulo de matéria seca em plântulas oriundas de sementes de azevém armazenadas, pode ser explicado pelo seu maior vigor (tabela 6).

Tabela 9 – Média de Matéria Seca nos diferentes lotes de sementes de azevém.

Condição da semente	Matéria Seca (g)
Armazenado	0,0217 a*
Recém colhido	0,0131 b
CV %:	54,62

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## 7 CONCLUSÕES

O uso de GA<sub>3</sub> na concentração de 0,1%, é o tratamento mais eficiente para a superação de dormência do azevém.

Os tratamentos para a superação de dormência em sementes recém colhidas utilizados no presente estudo são ineficientes, uma vez que nenhum tratamento possibilita que a germinação mínima para a comercialização das sementes, 70%, seja atingida.

O uso de KNO<sub>3</sub> a uma concentração de 0,5%, diminui a emergência e a germinação de sementes de azevém.

## REFERÊNCIAS

- AMATO, A. L. P. **Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de azevém anual do banco de sementes do solo**. 2006. 47 p. Dissertação (Mestre em Ciências). Universidade Federal de Pelotas, Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Pelotas, 2006.
- BARBOSA, C. M. P. **O manejo da pastagem como gerador de ambientes pastoris adequados à produção de cordeiros**. 2006. 180 p. Tese (Doutor em Zootecnia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, 2006.
- BASKIN, C.C. & BASKIN, J.M. A classification system for seed dormancy. **Seed Science Research**, [S. l.], v. 14, p. 1-16, 2004.
- BENITÉZ, A. A. **Efecto del periodo de almacenamiento em la germinación de la semilla de *Panicum maximum* CV. Mombaça**. 2012. 58 p. Tese (Licenciado en Zootecnia). Universidad Del Papaloapan, Loma Bonita, 2012.
- BOLDRINI, I. I.; LONGHI-WAGNER, H. M.; BOECHAT, S. de C. **Morfologia e Taxonomia de Gramíneas Sul-Rio-Grandense**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2008. 47 p.
- BONOME, L. T. da.; GUIMARÃES, R. M.; OLIVEIRA, J. A.; ANDRADE, V. de. C.; CABRAL, P. de. S. Efeito do condicionamento osmótico em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Ciênc. agrotec**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 422-428, maio/jun., 2006.
- BORGHETTI, F. Dormência Embrionária. In: FERREIRA, A. G.; BORGUETTI, F. (Org.). **Germinação do Básico ao Aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 109-123.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.
- CARDOSO, V. J. M. Conceito e classificação da dormência em sementes. **Oecologia Brasiliensis**, [S. l.], v. 13, n. 14, p. 619-631, 2009.
- CARVALHO, N. M. de.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência tecnologia e produção**. 4. Ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588 p.

CARVALHO, P. C. de F.; SANTOS, D. T dos.; GONÇALVES, E. N.; MORAES, A. de.; NABINGER, C. **Forrageiras de Clima Temperado**. [S. l.: s. n.], [2013], 64 p.

DE CONTO, L.; SGANZERLA, D. C.; PEDROSO, C. E. S.; MONKS, P. L. Relação Azevém Anual (*Lolium multiflorum* LAM.) – Ruminante. **Arch. Zootec.**, [S. l.], v. 60, p. 41-54, 2001.

EICHELBERGER, L.; MAIA, M. de S.; CAMACHO, J. C. B. Períodos de pré-resfriamento na superação de dormência de sementes de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.). **Revista Brasileira de Sementes**, [S. l.], v. 23, n. 1, p. 212-218, 2001.

FOWLER, A.J.P.; BIANCHETTI, A. **Dormência em sementes florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 27 p.

GALLI, A. J. B. et al. **Ocorrência de *Lolium multiflorum* Lam. resistente a glyphosate no Brasil**. Seminario-Taller Iberoamericano Resistencia a Herbicidas y Cultivos Transgénicos (2005, Colonia del Sacramento, UY). Rios, A. coord. La Estanzuela, INIA, v. 1, 2005.

HAIGH, A. M.; BARLOW, E. W. R. Germination and priming of tomato, carrot, onion, and sorghum seeds in a range of osmotic. **Journal of American Society Horticultural Science**, Alexandria, v. 112, n. 2, p. 202-208, Mar. 1987.

HILHORST, H. W. M. A critical update on seed dormancy: I. Primary dormancy. **Seed Science Research**, [S. l.], v. 5, p. 61-73, 1995.

LOPES, B. A. **Aspectos Importantes da Fisiologia Vegetal para o Manejo**. Viçosa: [s. n.], 2003. 55 p.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, v.2, n.1, p.176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas**. 12. v. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.

MARTINS, A. B. N.; KRÜGER, F. de O.; QUINEPER, R. R.; COSTA, C. J.; MITTELMANN, A. Avaliação de métodos para superar a dormência em sementes de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.). In: ENCONTRO DE PÓS GRADUAÇÃO UFPEL, 15., 2011, Pelotas. **Anais...** Pelotas: UPEL, 2011.

MENEZES, N. L. de.; MATTIONI, N. M. Superação de dormência em sementes de Aveia Preta. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 18, n. 1, p. 108-114, 2011.

MÉROLA, R.; DÍAZ, S. **Métodos, técnicas y tratamientos para inhibir dormência em semillas de plantas forrajeras**. 2012. 41 p. Post-graduação (Producción de semillas de plantas forrajeras). Universidad de la Empresa, Producción de semillas de plantas forrajeras, Montevideo, 2012.

MITTELMANN, A.; MONTARDO, D. P.; CASTRO, C. M.; NUNES, C. D. M.; BUCHWEITZ, E. D.; CORRÊA, B. O. Caracterização agrônômica de populações locais de azevém na Região Sul do Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 12, p. 2527-2533, dez. 2010.

MOLITERNO, E. **Variabilidade genética e a eficiência de seleção no caráter dormência de sementes de sementes em Aveia-Preta (*Avena strigosa* Schred.)**. 2008. 194 p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Pelotas, Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Pelotas, 2008.

MOLIZANE, D. M. **Estabelecimento e superação de dormência em sementes de *Erythrina speciosa* Andrews**. 2012. 77 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Programa de Pós Graduação em Ciências Biológicas, Botucatu, 2012.

NAKAGAWA, J. Testes de Vigor Baseados no Desempenho das Plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. de B. (Eds.). **Vigor de Sementes: Conceitos e Testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 1-21.

NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C.; FELTRAN, J. C.; OLIVEIRA, R. L. de. Maturação de sementes de azevém – anual (*Lolium multiflorum* Lam.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 21, n. 1, p. 174-182, 1999.

NELSON, L.R. et al. Plant breeding for improved production in annual ryegrass. In: ROUQUETTE Jr., F.M.; NELSON, L.R. (Ed.). **Ecology, production, and management of *Lolium* for forage in the USA**. Madison: CSSA, 1997. p.1-14.

PEREZ, S. C. J. G. de A. Envoltórios. In: FERREIRA, A. G.; BORGUETTI, F. (Org.). **Germinação do Básico ao Aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 125-134.  
CARVALHO, N. M. de.; NAKAGAWA, J. **Sementes Ciência Tecnologia e Produção**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588 p.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da Semente**. 2. ed. Brasília: s.ed., 1985. 289 p.



PIANA, Z.; CRISPIM, J. E.; ZANINI NETO, J. A. Superação da dormência de sementes de azevém anual (*Lolium multiflorum* LAM). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 8, n. 1, p. 58-72, 1986.

SEIFFERT, N. F. **Métodos de Escarificação de sementes de leguminosas forrageiras tropicais**. [S. l.: s. n.], 2009, 5 p.

SILVA, J. I. **Métodos para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de Azevém Anual (*Lolium multiflorum* Lam.)**. 2012. 56 p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Pelotas, Programa de Pós- Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Pelotas, 2012.

SOUZA, C. R. de; OHLSON, O de. C.; PANOBIANCO, M. Avaliação da viabilidade de sementes de aveia branca pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, [S. l.], v. 32, n. 4, p. 174 – 180, 2010.

SUÑÉ, A. D. **Metodologia de testes de germinação e de vigor para sementes de leguminosas e gramíneas nativas de importância para o bioma campo**. 2006. 339 p. Tese (Doutor em Zootecnia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, 2006.

TUNES, L. M. de.; PEDROSO, D. C.; BADINELLI, P. G.; TAVARES, L. C.; RUFINO, C. de. A.; BARROS, A. C. S. A.; MUNIZ, M. F. B. Envelhecimento acelerado em sementes de azevém com e sem solução salina e saturada. **Ciência Rural**, [S. l.], v. 41, n. 1, p. 33-37, jan. 2011.

TAIZ, L. ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

ZAIDAN, L. B. P.; BARBEDO, C. J.; Quebra de Dormências em Sementes. In: FERREIRA, A. G.; BORGUETTI, F. (Org.). **Germinação do Básico ao Aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 135-143

## APÊNDICE A – FOTOGRAFIAS DO PROJETO

Fotografia 1 – Área destinada a colheita do azevém, em Virmond.



Fonte: Zapahowski, 2014.

Fotografia 2 – Azevém armazenado.



Fonte: Zapahowski, 2014.

Fotografia 3 – Realização pré – resfriamento.



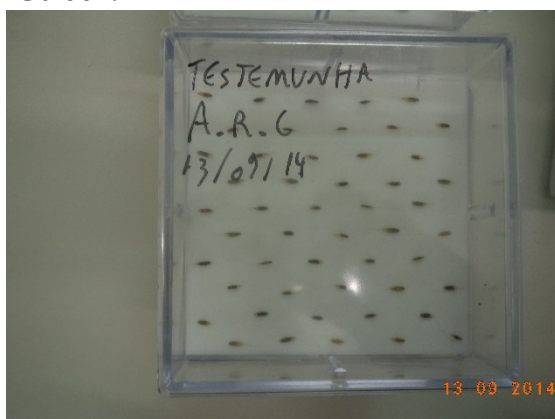
Fonte: Zapahowski, 2014.

Fotografia 4 – Disposição das sementes em seus devidos tratamentos para embebição



Fonte: Zapahowski, 2014.

Fotografia 5 – Disposição semente no Gerbox.



Fonte: Zapahowski, 2014.

Fotografia 6 – Germinação do azevém no Gerbox.



Fonte: Zapahowski, 2014.

Fotografia 7 – Plântulas consideradas



Fonte: Zapahowski, 2014.

Fotografia 8 – Sementes consideradas



Fonte: Zapahowski, 2014.

Fotografia 9 – Preparação da semente para o tetrazólio.



Fonte: Zapahowski, 2014.

Fotografia 10 – Semente considerada viável pelo tetrazólio



Fonte: Zapahowski, 2014.

Fotografia 11 – Semente considerada inviável pelo tetrazólio



Fonte: Zapahowski, 2014.

Fotografia 12 – Semente considerada inviável pelo tetrazólio



Fonte: Zapahowski, 2014.



Fotografia 13 – Plântula consideradas normais.



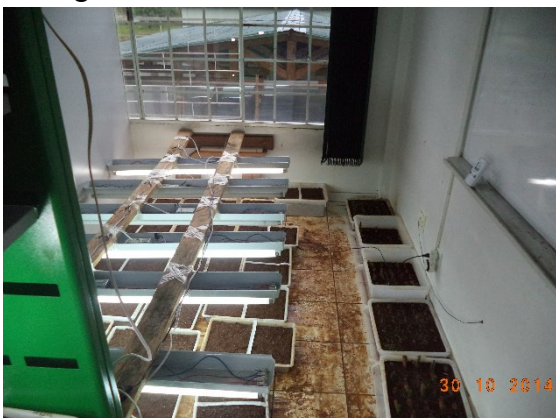
Fonte: Zapahowski, 2014.

Fotografia 14 – Plântulas consideradas normais.



Fonte: Zapahowski, 2014.

Fotografia 15 – Sala de crescimento.



Fonte: Zapahowski, 2014.

Fotografia 16 – Plântulas emergidas.



Fonte: Zapahowski, 2014.

Fotografia 17 – Preparação plântulas para massa seca.



Fonte: Zapahowski, 2014.